

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004 年 4 月 22 日 (22.04.2004)

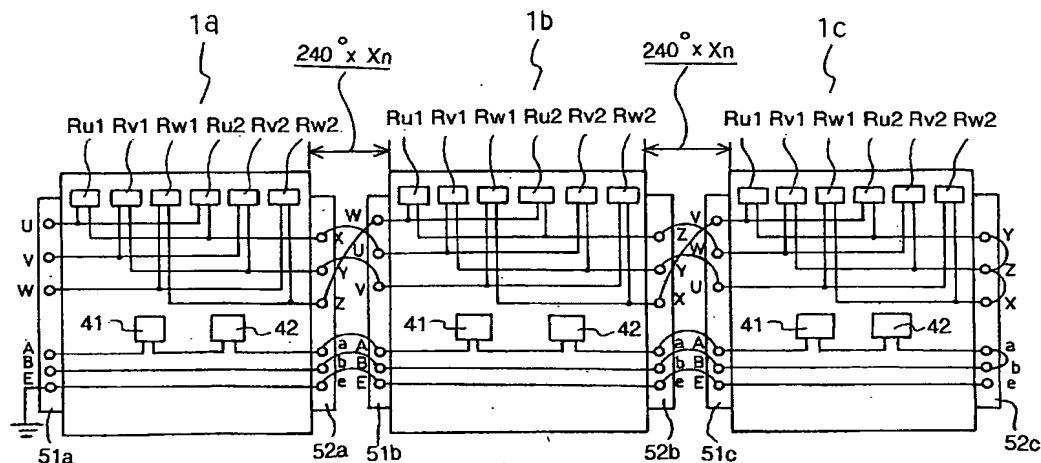
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/034556 A1

- (51) 国際特許分類: H02K 41/03
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/012797
- (22) 国際出願日: 2003 年 10 月 6 日 (06.10.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2002-295049 2002 年 10 月 8 日 (08.10.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社  
安川電機 (KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI)  
[JP/JP]; 〒806-0004 福岡県 北九州市 八幡西区黒崎城  
石2番1号 Fukuoka (JP).
- (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 宮本 恭祐  
(MIYAMOTO, Yasuhiro) [JP/JP]; 〒806-0004 福岡県  
北九州市 八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川  
電機内 Fukuoka (JP). 山田 孝史 (YAMADA, Takahisa)  
[JP/JP]; 〒806-0004 福岡県 北九州市 八幡西区黒崎城  
石2番1号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP).
- (81) 指定国 (国内): CN, DE, GB, KR, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY,  
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: TANDEM ARRANGEMENT LINEAR MOTOR

(54) 発明の名称: 直列配置リニアモータ



(57) Abstract: A linear motor comprising a plurality of movers (1a-1c) each consisting of an armature having poly-phase balance windings (Ru-Rw), and a stator having permanent magnets or secondary conductors, wherein the plurality of movers (1a-1c) are arranged on the same stator and respective poly-phase balance windings (Ru-Rw) thereof (1a-1c) are connected in tandem. An inexpensive series arrangement linear motor capable of driving a large machine while canceling the cogging and capable of facilitating thermal protection and assembling work of the mover can thereby be obtained.

(57) 要約: 多相平衡巻線 (Ru~Rw) を有する電機子で構成される複数の可動子 (1a~1c) と、永久磁石もしくは2次導体を有する固定子からなるリニアモータであって、複数の可動子 (1a~1c) を前記同一の固定子上に配置し、かつ、該各可動子 (1a~1c) の各多相平衡巻線 (Ru~Rw) を直列接続させた。これにより、大形機械の駆動ができ、しかもコギングを相殺し、可動子組み立てが容易で、可動子の熱保護を容易にできる安価な直列配置リニアモータを得ることができる。

WO 2004/034556 A1

## 明細書

## 直列配置リニアモータ

## [技術分野]

本発明は、大推力を必要とするアプリケーションに適用した場合でも、複数のリニア可動子の駆動構造により組み立て時のハンドリングを容易に行うことができると共に、コギング力の相殺および可動子の温度保護が可能な直列配置リニアモータに関する。

## [背景技術]

図6は従来のリニアモータを示している。

図において、1'は1個の電機子で構成される従来のリニアモータの可動子、6'は複数の永久磁石よりなる界磁で構成される固定子である。なお、電機子は多相平衡巻線を有するものとなっており、リニアモータは可動子1'と固定子6'がギャップを介して対向配置されている。

図6に示すように、従来のリニアモータは一つの移動体に対して一つのリニアモータ可動子1'で駆動する機構になっていた（例えば、特開2000-308328号公報を参照）。

これは電機子コイルの渡り線および中性点の接続処理を容易にし、コアブロックの単位体積当たりの推力を大きくできるリニアモータにするために、界磁用の永久磁石と磁氣的空隙を介して対向する電機子を備え、この電機子が、推力方向に複数に分割されたコアブロックで構成してなる電機子コアと電機子コイルを有するもので、各々のコアブロックに巻装される電機子コイルは、コイル導体の巻始め部分と巻終わり部分が配線パターンを有する配線基板に接続されたものである。

しかしながら、推力を大きくできるこのリニアモータにも限界がある。

大形の工作機械等の駆動にリニアモータが用いられた場合、必要推力が400,000Nになるものもあり、この場合、磁石とコア間の磁気吸引力も120000N（12t）と強大になる。ところが図6のような1個の電機子を備えるリニアモータで上記必要推力を得ようとする、推力の増大に伴うコギングの問題や、電機子の発熱の問題が生じたりして、このような大形機械の駆動に対処しきれなか

った。

仮に1個の電機子で設計すると、可動子（電機子）重量が250kg以上となり、ハンドリング等の問題が大きくなる。また、モータの磁石の吸引力増大により、磁石の組立に時間がかかるという問題があった。

さらに故障の場合、その被害金額も大きくなった。

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであって、大形機械の駆動ができしかもコギング力を相殺し、可動子組み立てが容易で、可動子の熱保護を容易にできる安価な直列配置リニアモータを提供することを目的とする。

#### [発明の開示]

上記問題を解決するために、請求項1の直列配置リニアモータに係る発明は、多相平衡巻線を有する電機子で構成される複数の可動子と、永久磁石もしくは2次導体を有する固定子からなるリニアモータであって、前記複数の可動子を同一の前記固定子上にギャップを介して対向配置し、かつ、該各可動子の各多相平衡巻線を直列接続させたことを特徴としている。

また、請求項2の発明は、請求項1記載の直列配置リニアモータにおいて、前記複数の可動子が全て同一構成であることを特徴としている。

また、請求項3の発明は、請求項1または2記載の直列配置リニアモータにおいて、前記可動子の前後端に接続用端子を配備し、最終可動子の後端端子の多層巻線端子を相互に短絡接続（中性点）処理したことを特徴としている。

請求項4の発明は、請求項1または2記載の直列配置リニアモータにおいて、前記複数の可動子の相数を3相とし、可動子数を3の倍数個とした中で、各可動子間の位相差が電気角120°もしくは240°の位相ズレをもたせ、かつ各可動子の前後端にある接続端子の繋ぎをも120°もしくは240°位相をもたせる接続にしたことを特徴としている。

請求項5の発明は、請求項1または2記載の直列配置リニアモータにおいて、前記複数の可動子には各々サーミスタが内蔵されており、該各サーミスタも全て直列接続させるように外部端子を前記可動子前後端に接続端子を配備させたことを特徴としている。

このように本発明は、同一固定子上に複数の可動子を配置させ、これらの可動

子の多相平衡巻線を直列接続させたことで、一つの移動体を駆動できる直列配置リニアモータとなっている。

そして直列接続をすることにより、並列接続の場合に起こる各可動子の、若干の位相ズレによる循環電流の発生を防止することができ、また推力容量に異なるリニア可動子を組み合わせた配列が可能になる。

#### [図面の簡単な説明]

図 1 は本発明の実施の形態に係るリニアモータの概念斜視図である。図 2 は図 1 のリニアモータ可動子群の各リニア可動子単体に施される平衡 3 相巻線の接続例である。図 3 は図 2 のリニア可動子の上視外観図である。図 4 は図 2 の可動子を 3 個直列に接続した場合の各可動子間の接続関係図である。図 5 は可動子のコギング推力とコギング相殺の関係を示した図である。図 6 は従来のリニアモータの外観斜視図である。

#### [発明を実施するための最良の形態]

以下、本発明の実施の形態を図に基づいて詳細に説明する。

図 1 は本発明の実施の形態に係るリニアモータの概念斜視図である。

図において、1 a ～ 1 c は電機子で構成される第 1 のリニアモータ可動子群、1 d ～ 1 f は電機子で構成される第 2 のリニアモータ可動子群、2 A および 2 B はそれぞれ第 1 および第 2 の前記リニアモータ可動子群を駆動するパワーアンプ、6 A および 6 B はそれぞれ第 1 および第 2 の前記リニアモータ可動子群を載置する固定子である。

図に示すように、このリニアモータは図で左右の固定子 6 A および 6 B 上に 2 つの可動子群 1 a ～ 1 c、1 d ～ 1 f をドライバである 2 つのパワーアンプ 2 A および 2 B で駆動する例である。

図 2 は図 1 のリニアモータ可動子群の各リニア可動子単体に施される平衡 3 相巻線の例である。

図において、リニア可動子単体には前端（図で左側）に端子 U、V、W と後端（図で右側）の端子 X、Y、Z があり、端子 U と X 間に三相巻線のうちの 1 相のコイルが 2 個（RU1、RU2）、同じく端子 V と Y 間に三相巻線のうちの他の 1 相のコイルが 2 個（RV1、RV2）、そして端子 W と Z 間に三相巻線の残りの 1 相の

コイルが2個（RW1、RW2）がそれぞれ並列に接続されている。

また、リニア可動子単体の前端の端子Aと後端の端子aとの間に、2個のサーミスタ41（THa）、42（THb）が直列接続されており、一方のサーミスタ41は端子U－V間に、他方のサーミスタ42はV－W間に配置され、それぞれの温度を検知している。

そして、サーミスタ線のバイパス線も前端の端子Bと後端の端子b間に接続されている。

さらに、前端の端子Eと後端の端子e間には、電機子コア（図示せず）に接続されたアース線が接続されている。

図3は、図2のリニア可動子の上視外観を示す。

図において、1はリニア可動子単体で、51は前端端子（図で左側）、52は後端端子（図で右側）である。

内部には図2で説明したように、端子UとX間に2個のU相コイル、端子VとY間に2個のV相コイル、そして端子WとZ間に2個のW相コイルがそれぞれ並列に接続されている。また、端子Aと端子aとの間に2個のサーミスタが直列接続されており、端子Bと端子b間にこのサーミスタ線のバイパス線が接続されている。前端の端子Eと後端の端子e間には電機子コア（図示せず）に接続されたアース線が接続されている。

図4は、図2の可動子を3個直列に接続した場合の各可動子間の接続関係を示す。

各可動子1a～1c間は、 $240^\circ$ の整数倍nの電気角位相で配置されている。

先端の可動子1aの前端端子51aの端子U、端子V、端子Wに外部から給電される。

可動子1a内では、図2で説明したように、端子Uは2個並列に接続された相コイルRu1、Ru2を経て後端端子52aの端子Xに接続され、端子Vは2個並列に接続された相コイルRv1、Rv2を経て後端端子52aの端子Yに接続され、端子Wは2個並列に接続された相コイルRw1、Rw2を経て後端端子52aの端子Zに接続されている。

次に、可動子1aの後端端子52aの端子X、Y、Zはそれぞれ次の可動子1

bの前端端子51bの端子U、V、Wに接続される。ところが可動子1b内では、端子Uは可動子1aの場合の相コイル $R_{u1}$ 、 $R_{u2}$ ではなくて、電気角で $120^\circ$ 隣の相コイル $R_{v1}$ 、 $R_{v2}$ を経て後端端子52bの端子Xに接続されている。以下同様に、端子Vは $120^\circ$ 隣の相コイル $R_{w1}$ 、 $R_{w2}$ を経て後端端子52bの端子Yに接続され、端子Wは $120^\circ$ 隣の相コイル $R_{u1}$ 、 $R_{u2}$ を経て後端端子52bの端子Zに接続されている。

そして、可動子1bの後端端子52bの端子X、Y、Zはそれぞれ次の可動子1cの前端端子51cの端子U、V、Wに接続される。ところが可動子1c内では、端子Uは可動子1bの場合の相コイル $R_{v1}$ 、 $R_{v2}$ ではなくて、それより電気角で $120^\circ$ 隣の相コイル $R_{w1}$ 、 $R_{w2}$ を経て後端端子52cの端子Xに接続されている。以下同様に、端子Vは $120^\circ$ 隣の相コイル $R_{u1}$ 、 $R_{u2}$ を経て後端端子52cの端子Yに接続され、端子Wは $120^\circ$ 隣の相コイル $R_{v1}$ 、 $R_{v2}$ を経て後端端子52cの端子Zに接続されている。

このように、各可動子1a～1cの各相巻線の相 $R_u$ 、 $R_v$ 、 $R_w$ の各順番は、第1可動子1aが $R_u-R_v-R_w$ となれば、第2可動子1bは $R_w-R_u-R_v$ 、第3可動子1cは $R_v-R_w-R_u$ となるように接続線で接続されている。

そして最終可動子となる第3可動子1cの後端ターミナル52cのX、Y、Z端子はそれぞれ短絡されることで中性点処理されている。

また、各可動子1a～1cの各サーミスタ4の前後の端子もそれぞれ接続され、最終可動子となる第3可動子1cのa-b端子を短絡することで、全てのサーミスタ素子が直列接続される。

これにより、いずれかの可動子の、いずれかの相巻線温度が異常になっても、正しく検知し、温度保護をかけることが可能になる。

このように、各可動子1a～1c間は $240^\circ$ （または $120^\circ$ ）の整数倍 $n$ の電気角位相で配置接続することによって、コギング力を相殺することが可能になる。

図5は、コギング相殺の関係を示した図である。

図において、縦軸はコギング推力（N）、横軸は移動距離を表している。

例えば図1に示した各可動子1a～1cのコギング推力は、前後端部の磁気回

路の不均衡により、図のようなそれぞれ位相および横軸のシフトしたサイン波形のコギング推力が生じている。

ところがこれを図4で述べたように、各可動子1 a ~ 1 c 間の位相を240°ずらすことにより、各コギング推力は相殺しあうため、結果的に図5の総合相殺データのように僅かな変動に抑えることができる。

[産業上の利用可能性]

以上のように本発明にかかる直列配置リニアモータは、例えば、一つの移動体を複数のリニアモータ可動子で駆動する場合の装置として有用である。

## 請求の範囲

1. 多相平衡巻線を有する電機子で構成される複数の可動子と、永久磁石もしくは2次導体を有する固定子からなるリニアモータであって、

前記複数の可動子を同一の前記固定子上にギャップを介して対向配置し、かつ、該各可動子の各多相平衡巻線を直列接続させたことを特徴とする直列配置リニアモータ。

2. 前記複数の可動子が全て同一構成であることを特徴とする請求項1記載の直列配置リニアモータ。

3. 前記可動子の前後端に接続用端子を配備し、最終可動子の後端端子の多層巻線端子を相互に短絡接続（中性点）処理したことを特徴とする請求項1または2記載の直列配置リニアモータ。

4. 前記複数の可動子の相数を3相とし、可動子数を3の倍数個とした中で、各可動子間の位相差が電気角 $120^\circ$ もしくは $240^\circ$ の位相ズレをもたせ、かつ各可動子の前後端にある接続端子の繋ぎをも $120^\circ$ もしくは $240^\circ$ 位相をもたせる接続にしたことを特徴とする請求項1または2記載の直列配置リニアモータ。

5. 前記複数の可動子には各々サーミスタが内蔵されており、該各サーミスタも全て直列接続させるように外部端子を前記可動子前後端に接続端子を配備させたことを特徴とする請求項1または2記載の直列配置リニアモータ。



図 1

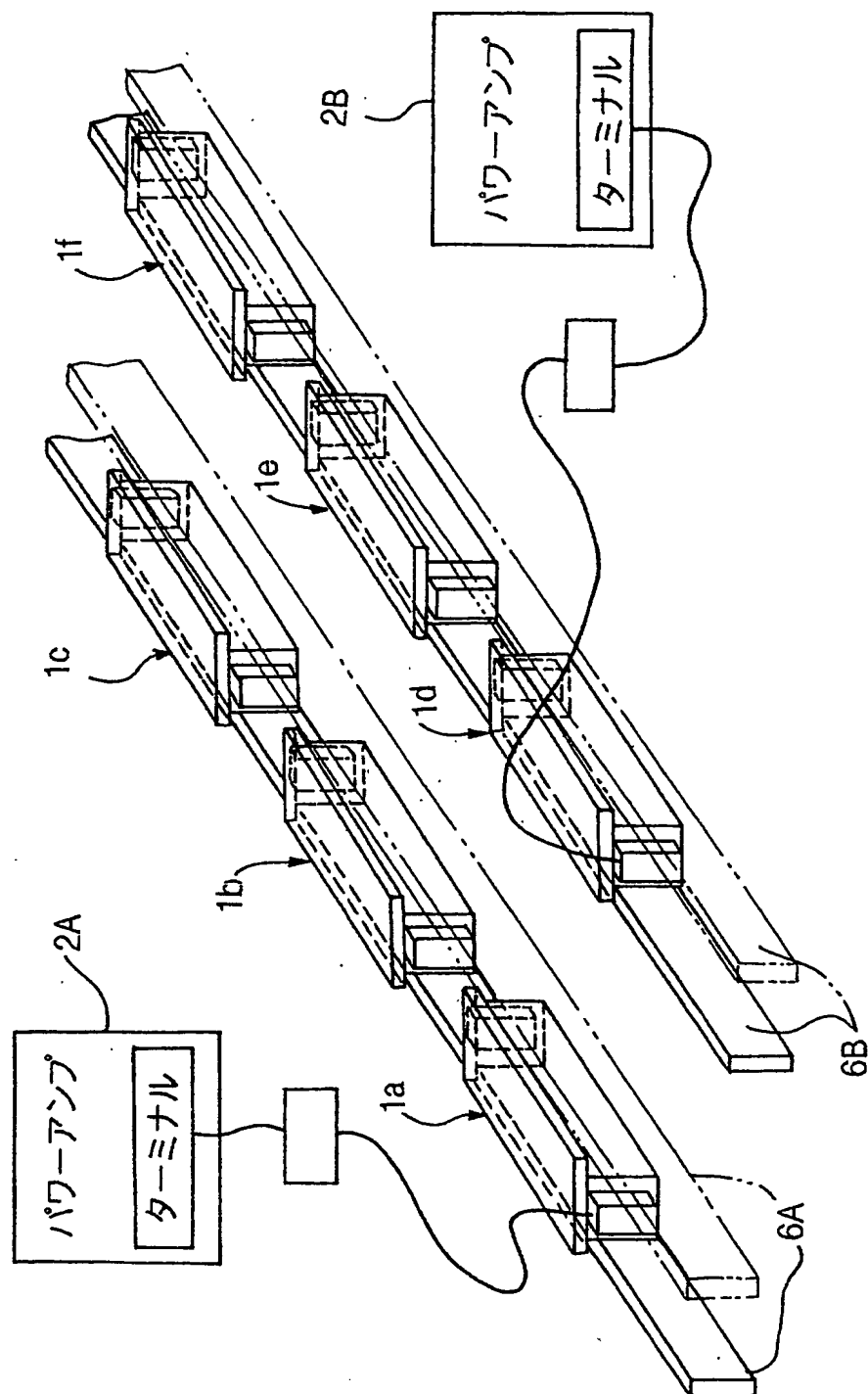


図 2

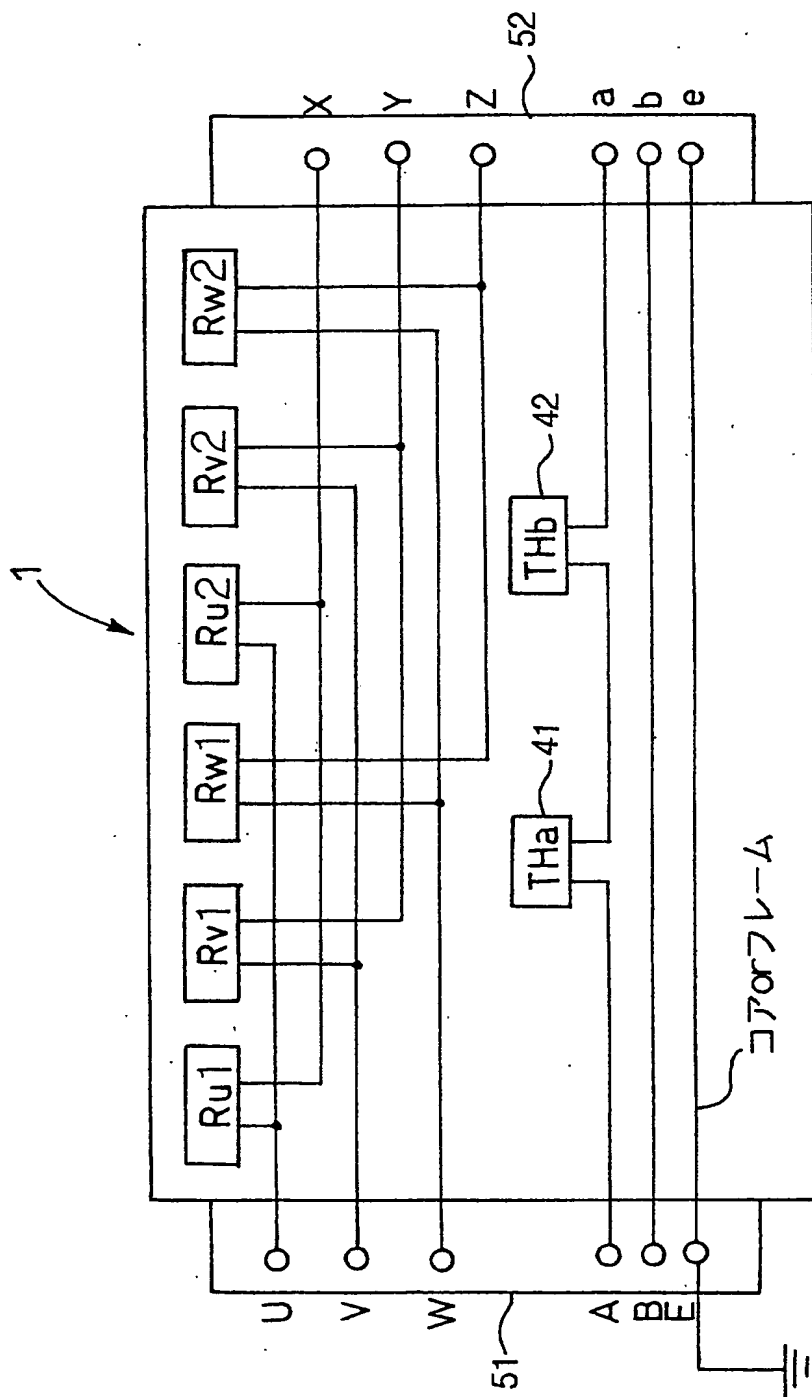


図 3

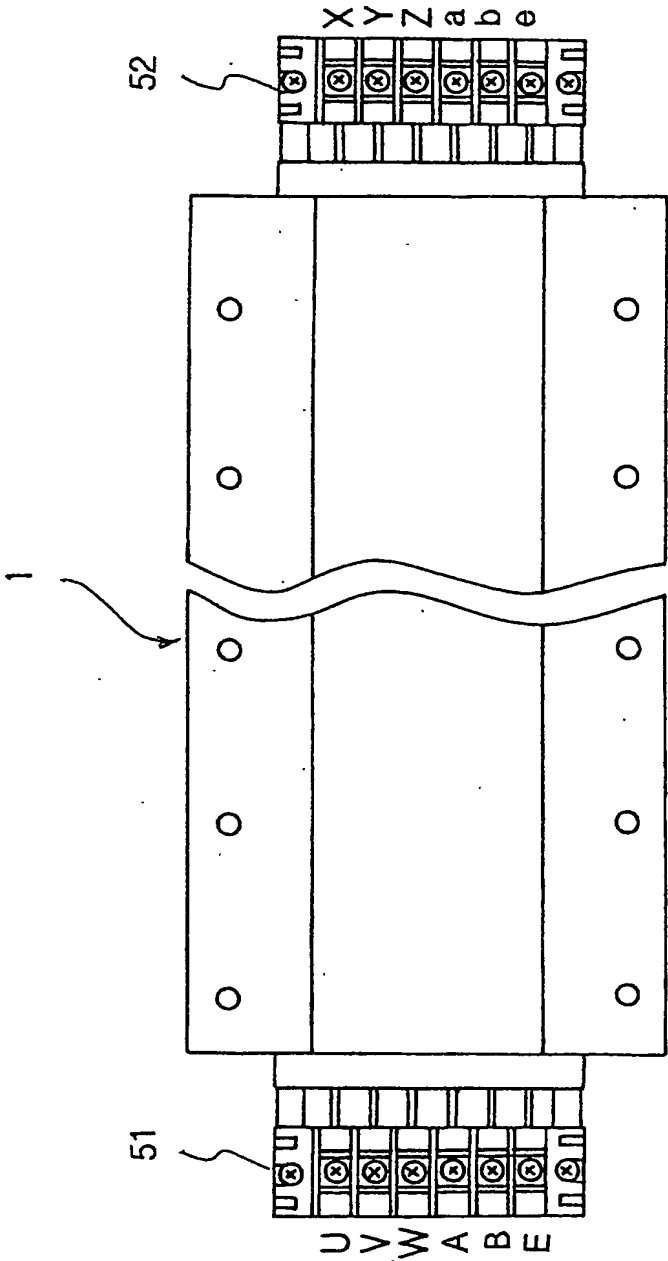


图 4

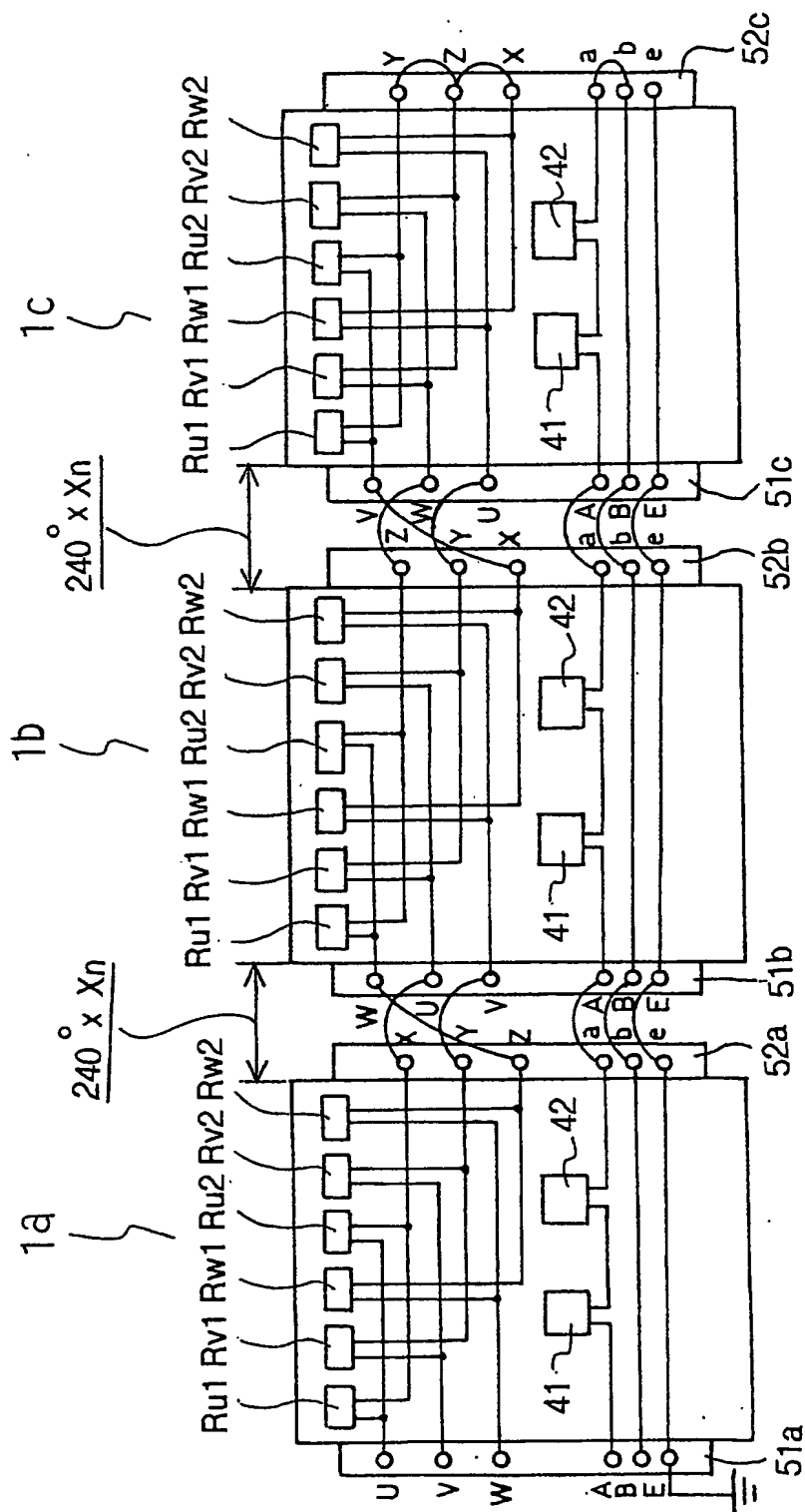


図 5

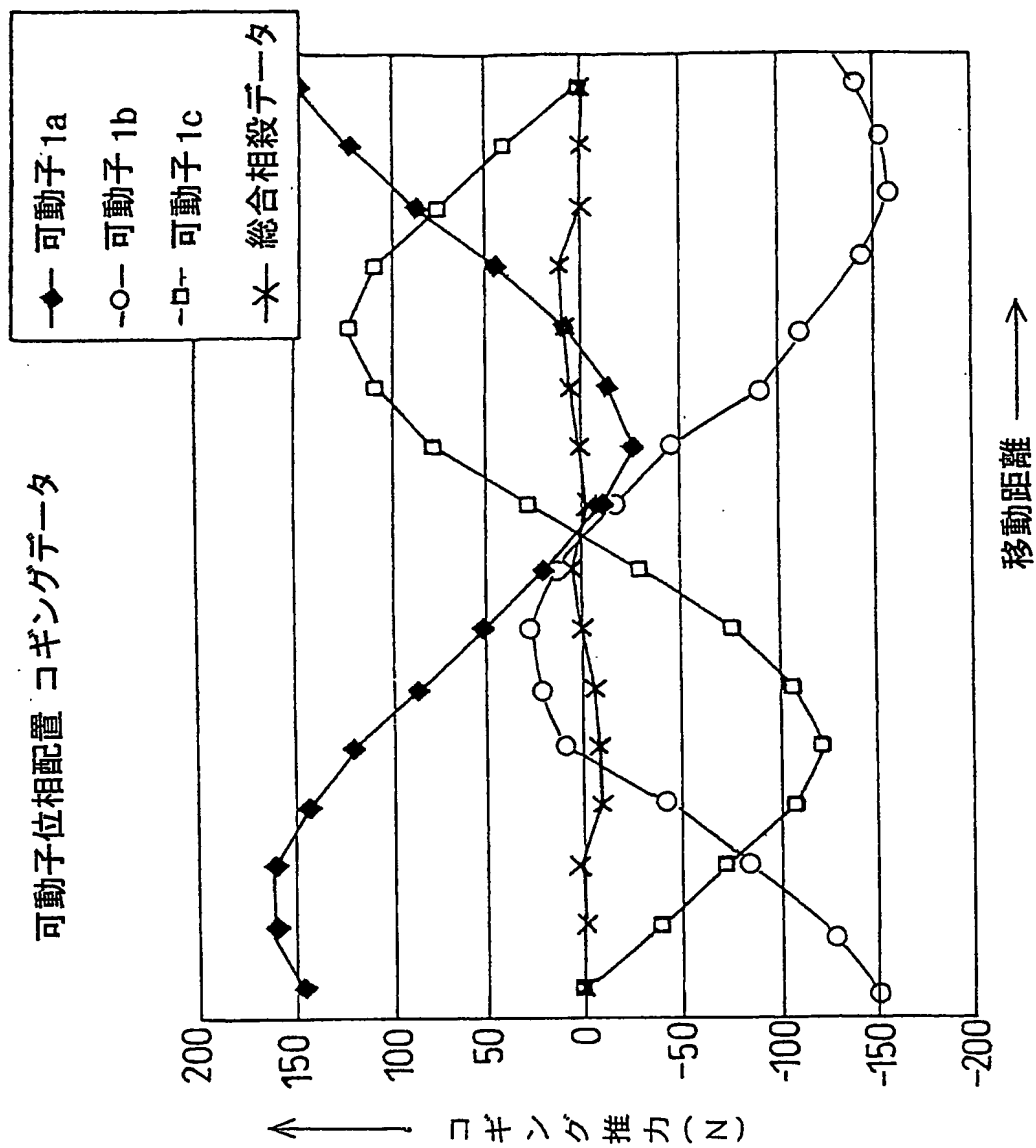
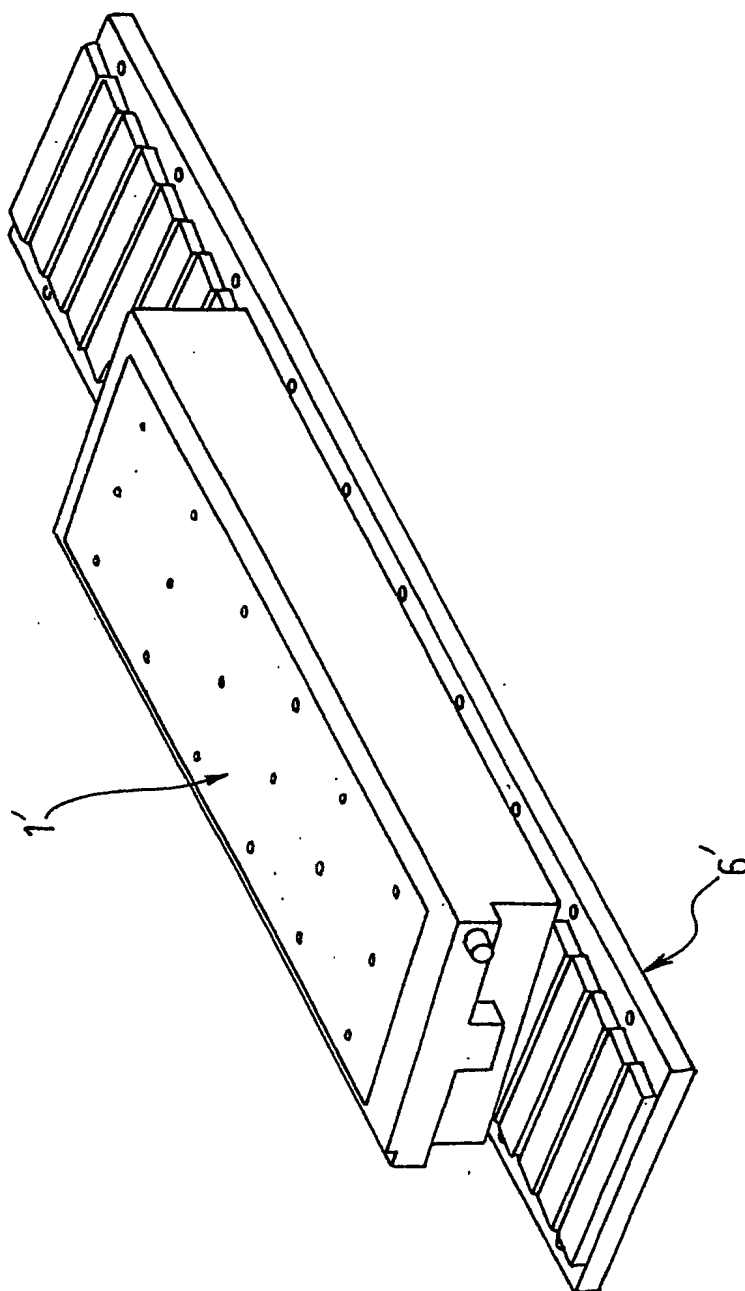


図 6



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/12797

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H02K41/03

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> H02K41/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2002-136096 A (Yaskawa Electric Corp.), 10 May, 2002 (10.05.02), Full text (Family: none)	1-5
X	JP 2002-171741 A (Shicoh Engineering Co., Ltd.), 14 June, 2002 (14.06.02), Full text (Family: none)	1-5
A	WO 99/41825 A1 (Yaskawa Electric Corp.), 19 August, 1999 (19.08.99), Full text & EP 1056187 A1	4, 5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
---	--

Date of the actual completion of the international search  
19 December, 2003 (19.12.03)

Date of mailing of the international search report  
13 January, 2004 (13.01.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP03/12797

**C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-308328 A (Yaskawa Electric Corp.), 02 November, 2000 (02.11.00), Full text (Family: none)	1-5



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H02K41/03

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H02K41/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2002-136096 A (株式会社安川電機) 2002.05.10, 全文 (ファミリーなし)	1-5
X	JP 2002-171741 A (株式会社シコー技研) 2002.06.14, 全文 (ファミリーなし)	1-5
A	WO 99/41825 A1 (株式会社安川電機) 1999.08.19, 全文 & EP 1056187 A1	4, 5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

19.12.03

国際調査報告の発送日

13.01.04

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

佐々木 訓

3V

9818

電話番号 03-3581-1101 内線 3356

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2000-308328 A (株式会社安川電機) 2000. 11. 02, 全文 (ファミリーなし)	1-5